



AUTOREFERAT

**przedstawiający osiągnięcie naukowe, zgłaszane jako przedmiot postępowania
habilitacyjnego, a także pozostały dorobek naukowy**

Dr Jarosław Stalenga

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy

Puławy, 2019

Dr Jarosław Stalenga

I. Imię i nazwisko: Jarosław Stalenga

II. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

1996 - Tytuł magistra ochrony środowiska

Katolicki Uniwersytet Lubelski, Wydział Filozofii

Praca magisterska „**Rola płodozmianu w rolnictwie ekologicznym**”

Promotor: doc. dr hab. Szczepan Lekan

2001 - Tytuł doktora nauk rolniczych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Praca doktorska „**Ocena stanu odżywienia wybranymi makroelementami pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w różnych systemach produkcji roślinnej**”

Promotor: prof. dr hab. Jan Kuś

III. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1996-2001 - doktorant (Studia Doktoranckie)

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

2001-do chwili obecnej - adiunkt

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej,

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

IV. Wskazanie osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z póź. zm.).

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

**OCENA GOSPODARKI SKŁADNIKAMI NAWOZOWYMI
I GLEBOWĄ MATERIAŁ ORGANICZNA W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM**

b) Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

1. Stalenga J. (60%), Jończyk K., Kuś J. 2004. Bilans składników pokarmowych w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji roślinnej. *Annales UMCS, Sectio E* 59(1):383-389. **(4 pkt. MNiSW)**

Dr Jarosław Stalenga

2. Jończyk K., **Stalenga J. (50%) 2006.** Wykorzystanie różnych metod do oceny bilansu azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji* (Bilans azotu w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji oceniany z wykorzystaniem różnych metod**). *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 51(2):68-73. **(3 pkt. MNiSW)**

*Tytuł publikacji podany w spisie treści czasopisma.

**Tytuł publikacji podany w jej nagłówku na str. 68 czasopisma.

3. **Stalenga J. 2007.** Applicability of different indices to evaluate nutrient status of winter wheat in the organic system. *Journal of Plant Nutrition* 30: 351-365.

(10 pkt. MNiSW), $IF_{2007} = 0,593$

4. **Stalenga J. (70%), Jończyk K. 2007.** Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w systemie ekologicznym. *Biuletyn IHAR* 245: 29-46. **(4 pkt. MNiSW)**

5. **Stalenga J. (90%), Kawalec A. 2008.** Emission of greenhouse gases and soil organic matter balance in different farming systems. *International Agrophysics* 22: 287-290.

(6 pkt. MNiSW)

6. **Stalenga J. (60%), Jończyk K. 2008.** Gospodarka składnikami pokarmowymi oraz bilans glebowej materii organicznej w systemie ekologicznym ocenione modelem NDICEA. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 53(4): 78-84.

(4 pkt. MNiSW)

7. **Stalenga J. 2009.** Plonowanie, stan odżywienia oraz efektywność wykorzystania składników nawozowych (NPK) przez dawne i współczesne odmiany pszenicy ozimej uprawiane w ekologicznym systemie produkcji roślinnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 54(4): 106-119. **(4 pkt. MNiSW)**

8. **Stalenga J. 2010.** Ocena stanu zrównoważenia gospodarki nawozowej w wybranych gospodarstwach ekologicznych w rejonie Brodnicy. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 55(4): 117-120. **(6 pkt. MNiSW)**

9. **Stalenga J. (83%), Kopiński J. 2018.** Is it possible in specialized organic farms to maintain in soil appropriate content of nutrients and organic matter? *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 63(3): 86-91. **(12 pkt. MNiSW)**

10. **Stalenga J. (80%), Kopiński J. 2018.** Nutrient balance and share of green fields in organic farms with different production profile. *Polish Journal of Agronomy* 35: 45-51. **(10 pkt. MNiSW)**

Dr Jarosław Stalenga

Suma punktów zgodnie z komunikatami MNiSW oraz wg uchwał Zespołu P06 z uwzględnieniem roku opublikowania prac wynosi **63**. Sumaryczny IF z roku wydania = **0,593**.

Wykaz i kopie w/w cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe zamieszczono w **Załączniku 4**. Oświadczenia współautorów określające wkład każdego z nich w powstanie tych publikacji z uwzględnieniem także mojego wkładu w powstanie tych prac zamieszczono w **Załączniku 5**.

c) Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

WSTĘP

Podstawowym celem rolnictwa ekologicznego jest prowadzenie dochodowej produkcji rolniczej zgodnie z zasadami zrównoważonego gospodarowania, którego istotnym elementem jest racjonalne zarządzanie składnikami nawozowymi i glebową materią organiczną (Mäder i in., 2002; Watson i in., 2002a).

Poprawne gospodarowanie składnikami nawozowymi w rolnictwie ekologicznym powinno być oparte na maksymalizacji ich biologicznej retencji w glebie, a także na minimalizacji ich strat powodowanych nadmierną mineralizacją, denitryfikacją i wymywaniem (Davis i Abbott, 2006). Ten ostatni proces, zwłaszcza w przypadku azotu i fosforu, może być źródłem zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych, przyczyniając się do ich eutrofizacji (Andersen i in., 2017).

Kluczowym elementem racjonalnego zarządzania glebową materią organiczną w rolnictwie ekologicznym powinno być utrzymywanie jej dodatniego bilansu poprzez zróżnicowany, bogaty w rośliny bobowate i międzyplony płodozmian, a także systematyczne stosowanie nawozów naturalnych i organicznych (Fließbach i in., 2007).

Jedną z najważniejszych metod oceny stopnia zrównoważenia gospodarki składnikami nawozowymi jest wyliczanie ich salda bilansu. W przypadku azotu saldo to powinno wykazywać nadwyżkę na poziomie 30-40 kg ha⁻¹ UR na rok (Kopiński, 2009). Wynika to stąd, iż nieuniknione są gazowe straty tego składnika, a pewne ilości azotanów nawet w warunkach bardzo poprawnego gospodarowania ulegają wymyciu. Natomiast trwałe ujemne saldo bilansu azotu może świadczyć o nadmiernej mineralizacji próchnicy. Wyliczanie salda bilansu azotu w rolnictwie ekologicznym stanowi duże wyzwanie, co wynika przede wszystkim z trudności z szacowaniem ilości azotu symbiotycznie związanego przez rośliny bobowate, których uprawa stanowi główne źródło zaopatrzenia roślin w ten składnik (Watson i in., 2002b; Van der Burgt i in., 2006b).

Ważnym elementem racjonalnego gospodarowania składnikami nawozowymi w rolnictwie ekologicznym jest uprawa odpowiednich, dostosowanych do warunków siedliskowych i specyfiki tego systemu, gatunków i odmian roślin. Brak chemicznej ochrony roślin oraz szybko działających syntetycznych nawozów mineralnych powoduje, że dobór właściwych odmian ma w gospodarowaniu ekologicznym zasadnicze znaczenie dla wielkości i jakości uzyskiwanego plonu. Przyjmuje się, że odmiany takie powinny charakteryzować się,

Dr Jarosław Stalenga

m.in. dużą odpornością na choroby (zwłaszcza grzybowe), szybkim wzrostem, a tym samym większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów (Köpke, 2005; Wolfe i in., 2008).

Poważnym wyzwaniem dla racjonalnego zarządzania składnikami nawozowymi i glebową materią organiczną w rolnictwie ekologicznym w Polsce, ale również w innych krajach Europy, jest duży udział w użytkowaniu gruntów słabych i bardzo słabych (Report, 2016). Należy zauważyć, iż różnica w plonowaniu roślin między systemem ekologicznym a konwencjonalnym na tego typu gruntach nie jest duża, a dodatkowo premia cenowa za bio-produkty oraz dopłaty do powierzchni użytkowanej ekologicznie powodują, iż system ekologiczny staje się na takich glebach konkurencyjnym sposobem gospodarowania (Kuś i Jończyk, 2007). Natomiast na gruntach lepszych atrakcyjność rolnictwa ekologicznego w stosunku do intensywnego (konwencjonalnego) nie jest już taka duża, co powoduje, iż liczba gospodarstw ekologicznych na takich obszarach jest niewielka.

W ostatnich latach w Polsce obserwuje się wyraźnie postępującą specjalizację w rolnictwie ekologicznym w kierunku roślinnym i powiązaną z nią całkowitą rezygnacją z produkcji zwierzęcej. W 2016 r. aż 83,2% gospodarstw ekologicznych w Polsce nie prowadziło produkcji zwierzęcej (Raport, 2017). Jest to niekorzystne zjawisko, gdyż może ono prowadzić do zachwiania równowagi w gospodarce składnikami nawozowymi i glebową materią organiczną. W celu uniknięcia takich sytuacji wiele bezinwentarzowych gospodarstw ekologicznych dokupuje nawozy organiczne lub naturalne (głównie obornik) (Colomb i in., 2013). Może to jednak zwiększać ich tzw. ślad węglowy (*carbon footprint*) i w konsekwencji obniżać efektywność energetyczną produkcji rolniczej (Wood i in., 2006; Meisterling i in., 2009). W celu ograniczenia importu nawozów, należy wdrażać w rolnictwie ekologicznym różne działania które mogłyby poprawić żyzność gleby i utrzymać możliwie zamknięty obieg składników nawozowych (Möller, 2018; Råberg i in., 2018).

Integracja produkcji roślinnej i zwierzęcej jest głównym założeniem koncepcji tzw. *ecological recycling agriculture*. Zrównoważony bilans składników nawozowych ma w tym systemie zapewniać odpowiednia obsada zwierząt dostosowana do maksymalnej produktywności roślin pastewnych, co w efekcie pozwala na odzyskanie większości składników nawozowych pobranych przez te rośliny, a jednocześnie ogranicza do minimum ilość składników dopływających z zewnątrz w postaci pasz i nawozów (Granstedt i in., 2008).

WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

Najważniejsze cele naukowe prowadzonych badań obejmowały:

- 1. Ocenę efektywności wykorzystania składników nawozowych przez dawne i współczesne odmiany pszenicy ozimej w ekologicznym systemie produkcji roślinnej**
- 2. Ocenę salda bilansu oraz innych elementów gospodarki składnikami nawozowymi w ekologicznym systemie produkcji roślinnej**
- 3. Porównanie stopnia zrównoważenia gospodarki składnikami nawozowymi w gospodarstwach ekologicznych o różnym kierunku produkcji**
- 4. Ocenę salda bilansu glebowej materii organicznej oraz wielkości emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie ekologicznym**

Dr Jarosław Stalenga

Ad.1.

Pierwsze badania naukowe w IUNG w Puławach dotyczące oceny przydatności współczesnych odmian pszenicy ozimej do uprawy w rolnictwie ekologicznym prowadzono już pod koniec lat 90. (Jończyk, 2002). Wykorzystywano do tego celu specjalne doświadczenie polowe założone w 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach (woj. lubelskie), którego celem jest porównywanie różnych systemów produkcji roślinnej (ekologicznego, integrowanego, konwencjonalnego w dwóch wariantach oraz monokultury pszenicy ozimej). W badaniach tych koncentrowano się głównie na wątkach związanych z produktywnością odmian, ich odpornością na choroby grzybowe oraz konkurencyjnością w stosunku do chwastów (Kuś i Jończyk, 2018).

Dużo uwagi poświęcano także ocenie stanu odżywienia roślin azotem, fosforem i potasem. W ocenie tej wykorzystywano różne metody, głównie jednak chemiczne, z których to metoda przedziału krytycznego, metoda DRIS i test NNI należały do metod bezpośrednich, natomiast test SPAD był metodą pośrednią opartą na zawartości chlorofilu. W efekcie badań prowadzonych w latach 1998-2000 wykazano, iż istotnym kryterium oceny przydatności odmian do systemu ekologicznego jest ich zdolność do efektywnego pobierania składników nawozowych z gleby, głównie azotu oraz ich skuteczna redystrybucja do części generatywnych [3].

Stwierdzono także, iż osiągnięcie przez pszenicę ozimą wystarczającego zaopatrzenia w azot i inne składniki nawozowe jest szczególnie trudne w jej początkowych fazach rozwojowych. Wynika to z faktu, iż wczesną wiosną przebieg procesów mikrobiologicznych w glebie jest powolny i nawet odpowiednia ilość materii organicznej może nie gwarantować wystarczającego zaopatrzenia roślin w kluczowe makroelementy [3].

Wykazano ponadto, iż spośród ocenianych odmian pszenicy ozimej najbardziej przydatną do uprawy w rolnictwie ekologicznym jest odmiana Kobra. Odmiana ta charakteryzowała się wyższą zawartością azotu i potasu niż odmiana Juma, a także lepszym stanem odżywienia tymi składnikami ocenionym testem NNI i metodą DRIS [3]. Brakowało w tym czasie rozeznania w temacie przydatności dawnych odmian pszenicy do uprawy w rolnictwie ekologicznym.

W latach 2003-2007 na opisanym wyżej obiekcie doświadczalnym w Osinach prowadzono badania, w których porównywano sześć, będących w tym okresie w doborze, współczesnych odmian (Kobra, Roma, Korweta, Sukces, Zyta, Mewa) oraz trzy dawne odmiany pszenicy ozimej: Ostkę Kazimierską (w rejestrze odmian w 1964), Kujawiankę Więclawicką (1967) i Wysokolitewkę Sztynnoślomą (1951), a także odmianę Schwabenkorn ozimej formy pszenicy orkisz. Badania obejmowały m.in. ocenę zdolności odmian do translokacji azotu do ziarna oraz ich stan odżywienia azotem, fosforem i potasem [4, 7].

Uzyskane wyniki wykazały, że najwyżej plonujące odmiany współczesne pszenicy ozimej, tj. jakościowe odmiany Zyta i Sukces, a także oścista odmiana Mewa charakteryzowały się zdolnością do większego pobrania azotu z gleby i jego redystrybucji do części generatywnych niż odmiany dawne, co wskazuje, że są one bardziej przydatne do uprawy w rolnictwie ekologicznym biorąc pod uwagę kryterium efektywności wykorzystania azotu. Należy

Dr Jarosław Stalenga

zauważyć, iż współczesne odmiany plonowały w ocenianym okresie czasu na poziomie ok. 4 t/ha, natomiast plon ziarna odmian dawnych był o ok. 1,5 t mniejszy [4, 7].

Wszystkie oceniane odmiany pszenicy ozimej charakteryzowały się wystarczającym zaopatrzeniem w fosfor. Nie stwierdzono także istotnych różnic w zawartości potasu. Zawartość tego składnika znajdowała się jednak poniżej dolnej granicy przedziału wzorcowego wyznaczonego dla fazy GS 32-35 przez Bergmanna (1992) [7].

Spośród porównywanych odmian pszenicy ozimej najlepszym stanem odżywienia azotem ocenionym testem SPAD charakteryzowały się oścista odmiana Mewa oraz odmiana Kobra. Uzyskane odczyty SPAD był dla tych odmian najbardziej zbliżone do ich wartości krytycznych wyznaczonych przez Fotymę (2002). Wyniki pokazały ponadto, iż w trzech latach badań współczesne odmiany pszenicy ozimej z reguły nie osiągały w trakcie sezonu wegetacyjnego wyznaczonej wartości krytycznej. Natomiast, ze względu na brak wyznaczonych optymalnych wartości SPAD dla dawnych odmian pszenicy ozimej precyzyjna ocena ich stanu odżywienia azotem tym testem była utrudniona. W przypadku innego testu - NNI, uzyskane wyniki praktycznie w całym okresie badań również wskazywały na mniej lub bardziej deficytowy stan odżywienia azotem porównywanych odmian pszenicy ozimej [4, 7].

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, można wnioskować, iż przydatność testu SPAD oraz indeksu NNI w rolnictwie ekologicznym jest ograniczona. Wynika to stąd, iż w systemie tym możliwości praktycznego wykorzystania wyników testów do wyznaczenia dawek nawozów azotowych są niewielkie, ze względu na zakaz stosowania syntetycznych nawozów azotowych. Ponadto oba testy kalibrowano w warunkach intensywnego rolnictwa konwencjonalnego ukierunkowanego na uzyskiwanie dużych plonów, zbliżonych do potencjalnej produktywności siedliska. W rolnictwie ekologicznym uzyskuje się natomiast plony zbóż z reguły o 25-30 % mniejsze (Seufert i in., 2012). Specyfika tego systemu (brak szybko działających nawozów mineralnych, chemicznej ochrony roślin, itd.) powoduje, że warunki wzrostu i rozwoju roślin są tu odmienne. W związku z tym, konieczne jest poszukiwanie nowych metod oceny stanu odżywienia azotem przydatnych dla rolnictwa ekologicznego lub ponowne wykalibrowanie testów dotychczas stosowanych.

Ad.2.

Kolejnym celem prowadzonych badań była ocena salda bilansu azotu, fosforu i potasu w ekologicznym systemie produkcji roślinnej, które wyliczano metodą na powierzchni pola wykorzystując do tego model NDICEA, metodę OECD oraz program MACROBIL [1, 2, 6]. Badania prowadzono w latach 1996-2007 na doświadczeniu polowym założonym w 1994 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach (woj. lubelskie), którego celem jest porównywanie różnych systemów produkcji roślinnej.

Dodatkowo model NDICEA pozwolił na ocenę innych elementów gospodarki składnikami nawozowymi, tj.: dynamiki zawartości azotu mineralnego w glebie w 2 warstwach (0-30 i 30-90 cm), wielkości wymywania azotu mineralnego oraz strat azotu spowodowanych denitryfikacją [6]. Interwałem czasowym w modelu NDICEA jest jedna doba, a głównymi danymi wejściowymi są szczegóły agrotechniki roślin (terminy siewów i zbiorów, terminy

Dr Jarosław Stalenga

oraz dawki nawożenia), podstawowe właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby, zawartości azotu mineralnego w glebie oraz dane pogodowe. Ponadto do modelu wprowadzane są plony roślin uprawnych, wykorzystywane m.in. do wyliczenia w określonych fazach rozwojowych zapotrzebowania roślin na azot (Van der Burgt i in., 2006a). Nieliczne badania wskazują, że model NDICEA może być przydatnym narzędziem do szacowania wielkości pobrania lub strat azotu w rolnictwie ekologicznym (Van der Burgt i in., 2006b; Smith i in., 2016).

Metoda OECD (2006) oraz program MACROBIL (Fotyma i in., 2001) do wyliczenia salda bilansu składników nawozowych również wykorzystują szczegółowe dane agrotechniczne oraz plony roślin uprawnych. Po stronie przychodów uwzględniano ilość składników dopływających do gleby w formie nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych oraz w nasionach i sadzeniakach. W przypadku salda bilansu azotu uwzględniano także jego wnoszenie z opadem atmosferycznym oraz oszacowano wiązanie biologiczne tego składnika przez bakterie symbiotyczne i wolnożyjące w glebie. Podstawą obliczeń wynoszenia poszczególnych składników z pola były rzeczywiste plony poszczególnych roślin oraz średnie zawartości danego składnika w roślinach. W przypadku zbóż po stronie wynoszenia uwzględniono także wyliczony szacunkowo zbierany z pola plon słomy.

Wyniki salda bilansu azotu w systemie ekologicznym uzyskane przy pomocy metody OECD były niejednoznaczne. W pierwszym okresie badań (1996-2002) saldo to było nieznacznie ujemne i kształtowało się na poziomie $-11 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ w całym zmianowaniu **[1]**. Jednak w kolejnym okresie (2003-2005) saldo to było już dodatnie i wynosiło $+11 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Model NDICEA w analogicznym okresie oszacował wielkość salda bilansu azotu na zbliżonym poziomie $+15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ **[2]**. Natomiast w dłuższym okresie obejmującym lata 2003-2007 saldo bilansu azotu wyliczone przez model NDICEA było już ponad dwukrotnie większe i wynosiło $33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ **[6]**. Metoda OECD oraz model NDICEA wykazały w latach 2003-2005 zbieżność szacunków salda bilansu azotu, zarówno po stronie przychodów jak i rozchodów. Natomiast wielkość wniesienia azotu oszacowana przez program MACROBIL była odmienna. Wyliczone przez ten program saldo bilansu azotu w latach 2003-2005 było wyraźnie ujemne i wynosiło $-33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ **[2]**. Stwierdzone różnice pomiędzy programem MACROBIL a pozostałymi dwoma metodami wynikały przede wszystkim z innego sposobu wyliczania ilości symbiotycznie związanego azotu. Wyliczanie to oparte jest na tzw. wskaźnikach symbiotycznego wiązania azotu. Większość tych wskaźników odnosi ilość związanego azotu do plonu oraz pobrania azotu przez rośliny bobowate lub ich mieszanki z trawami, a także do ilości azotu zawartego w ich resztkach poźniwnych. Istnieją jednak wskaźniki odnoszące ilość azotu związanego symbiotycznie do np. masy brodawek korzeniowych stanowiących organy symbiozy między roślinami a bakteriami. Na trudności metodyczne związane z szacowaniem ilości azotu związanego symbiotycznie przez rośliny bobowate, a zwłaszcza ich mieszanki z trawami, wskazuje wielu autorów (Unkovich i in., 2010; Liu i in., 2011; Pietrzak 2011).

Saldo bilansu fosforu w systemie ekologicznym ocenione metodą OECD w latach 1996-2002 było ujemne i wynosiło $-16 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ **[1]**. Nieznacznie korzystniejszy, ale nadal

Dr Jarosław Stalenga

ujemny wynik salda bilansu tego składnika na poziomie $-6 \text{ kg ha}^{-1}\text{rok}^{-1}$ uzyskano w latach 2003-2007 z symulacji modelem NDICEA [6]. Ujemne saldo bilansu fosforu w systemie ekologicznym korespondowało z niską jego zasobnością w glebie, natomiast nie znalazło odzwierciedlenia w ocenionym stanie odżywienia pszenicy ozimej w ten składnik, który nie wykazywał deficytu [3]. Czynnikiem decydującym o tej rozbieżności mogła być wysoka aktywność biologiczna gleby, a zwłaszcza najistotniejsza w przypadku fosforu wysoka aktywność fosfatazy alkalicznej (Martyniuk i in., 2018).

W systemie ekologicznym saldo bilansu potasu ocenione metodą OECD w latach 1996-2002 było bardzo wyraźnie ujemne i wynosiło $-131 \text{ kg ha}^{-1}\text{rok}^{-1}$. Głównym czynnikiem decydującym o tak niekorzystnym wyniku było odprowadzanie bardzo dużych ilości potasu z plonem mieszanki koniczyny z trawami. Łącznie za okres jej dwuletniego użytkowania odprowadzano ok. 600 kg ha^{-1} potasu. Dodatkowo spore ilości potasu wynoszono z plonem słomy zbóż oraz bulwami ziemniaka. Średnio w ciągu roku wyniesienie tego składnika z gleby osiągało wielkość ok. 170 kg ha^{-1} . Zdecydowanie odmienny wynik uzyskano oceniając saldo bilansu tego składnika w latach 2003-2007 za pomocą modelu NDICEA. W tym przypadku było ono dodatnie i wynosiło $24 \text{ kg K ha}^{-1}\text{rok}^{-1}$. Należy podkreślić, iż pozytywny wynik salda bilansu dla tego składnika był konsekwencją stosowanych od 2002 roku w dawce około $70 \text{ kg K ha}^{-1}\text{rok}^{-1}$ dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym nawozów potasowych (kainitu i siarczanu potasu).

Ocena dynamiki zawartości azotu mineralnego w glebie modelem NDICEA wykazała duże zbieżności z rzeczywistymi pomiarami dla wierzchniej warstwy profilu glebowego: 0-30 cm, wskazując jednocześnie rozbieżności dla warstwy 30-90 cm. Wymywanie azotu oszacowane dla całego zmianowania było niewielkie i wyniosło średnio $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$. Mimo tego wykazano, iż w okresie jesienno-zimowym po uprawie ziemniaka oraz po przyoraniu wieloletniej mieszanki koniczyn z trawami istniało duże zagrożenie wymywaniem azotu. Wielkość strat azotu w wyniku denitryfikacji średnio dla całego zmianowania została wyliczona na poziomie $17 \text{ kg ha}^{-1} \text{rok}^{-1}$ [6].

Ad.3.

Innym celem prowadzonych badań była ocena stopnia zrównoważenia gospodarki składnikami nawozowymi w gospodarstwach ekologicznych o różnym kierunku produkcji. Badania te realizowano w 2008 roku w 20 gospodarstwach w województwie kujawsko-pomorskim oraz w latach 2010-2012 w 30 gospodarstwach w województwach: lubelskim, podlaskim i mazowieckim. Gospodarstwa podzielono na trzy grupy: wyspecjalizowane w produkcji roślinnej, wyspecjalizowane w produkcji zwierzęcej oraz bez wyraźnej specjalizacji. W gospodarstwach wyspecjalizowanych dominująca gałąź miała co najmniej 60% udziału w produkcji końcowej brutto wyrażonej w PLN. Podstawę oceny stanowiły dane gromadzone przez rolników w oparciu o specjalną ankietę opracowaną w IUNG-PIB [8, 10]. Ponadto w gospodarstwach badanych w latach 2010-2012 wykonano analizy odczynu gleby, zawartości fosforu, potasu i magnezu oraz węgla organicznego w glebie [10].

Dr Jarosław Stalenga

W ocenianych grupach gospodarstw saldo bilansu azotu kształtowało się na poziomie od -15,9 do +46,6 kg ha⁻¹ UR rok⁻¹, z wahaniami w poszczególnych gospodarstwach od -35 do +89 kg. W grupie gospodarstw o profilu roślinnym/warzywniczym saldo to było najniższe, zwłaszcza u producentów badanych w 2008 r., dla których uzyskany wynik wyniósł -15,9 kg N ha⁻¹ UR. Najkorzystniejsze, dodatnie wartości salda bilansu azotu odnotowano w grupie o profilu zwierzęcym i dodatkowo w grupie o profilu mieszanym, ale tylko w gospodarstwach analizowanych w latach 2010-2012 [8, 10]. O dodatnim wyniku salda bilansu azotu w grupie o profilu zwierzęcym decydował znaczący udział roślin bobowatych (głównie mieszanek koniczyn z trawami, ale także mieszanek zbożowo-strączkowych) w strukturze zasiewów. Generalnie pomimo stosunkowo małych plonów roślin pastewnych wzbogacenie gleby w azot w efekcie symbiotycznego jego wiązania zabezpieczało potrzeby pokarmowe roślin następczych. Ponadto, w ustabilizowanych gospodarstwach ekologicznych wysoka jest również aktywność biologiczna gleby (Martyniuk i in., 2001) i tym samym intensywniejsze może być wiązanie azotu przez mikroorganizmy wolnożyjące w porównaniu do gospodarowania konwencjonalnego.

Saldo bilansu fosforu w gospodarstwach o profilu roślinnym i mieszanym było ujemne i wahało się od -2 do -7 kg P ha⁻¹ rok⁻¹. W grupie o profilu zwierzęcym saldo tego składnika było natomiast neutralne lub dodatnie [8, 10]. Wyniki badań zagranicznych (Berry i in., 2003; Gosling i Shepherd, 2005; Korsæth, 2012) wskazują, że w gospodarstwach ekologicznych, zwłaszcza bezinwentarzowych, może występować ujemne saldo bilansu fosforu, jednak przy poprawnym gospodarowaniu możliwe jest utrzymanie dodatniego salda. W warunkach rolnictwa ekologicznego straty fosforu są znikome, a jego przemieszczanie w dół profilu glebowego może nastąpić jedynie w sytuacji przekroczenia pojemności sorpcyjnej gleby, czyli w warunkach bardzo wysokiej zawartości fosforu i wysokiego uwodnienia. Ponadto w sprzedawanych produktach roślinnych i zwierzęcych zawartość fosforu jest stosunkowo mała. Dodatkowo pewne jego ilości dostarcza się z paszami treściwymi pochodzącymi z zakupu lub mineralnymi dodatkami do pasz. Z badań prowadzonych w IUNG-PIB wynika, że w rolnictwie ekologicznym wysoka jest również aktywność enzymatyczna gleby, co może zwiększać dostępność fosforu dla roślin ze związków mineralnych zawartych w glebie (Martyniuk i in., 2018). Ponadto poprawa zaopatrzenia roślin w fosfor w systemie ekologicznym może być także związana z intensywniejszym rozwojem mikoryzy. Doniesienia z literatury wskazują, że gospodarowanie ekologiczne silnie wzmaga rozwój tego rodzaju symbiozy (Gosling i in., 2010; Bedini i in., 2013).

Saldo bilansu potasu w gospodarstwach ekologicznych jest najczęściej ujemne (Berry i in., 2003; Gosling i Shepherd, 2005; Smith i in., 2016), co jest spowodowane znaczną zawartością tego składnika w plonach wielu roślin towarowych. W analizowanych grupach gospodarstw różnica bilansowa dla potasu wynosiła od -27 do +12 kg ha⁻¹ rok⁻¹, z wahaniami u poszczególnych producentów od -68 do +53 kg. Wyraźnie ujemne wartości odnotowano w grupie gospodarstw o profilu roślinnym/warzywniczym [8, 10]. Chociaż potas nie należy, tak jak azot i fosfor, do pierwiastków biogenych, a spełnia przede wszystkim rolę żywieniową, to jednak ewentualna nie zrównoważona gospodarka tym składnikiem, szczególnie w

Dr Jarosław Stalenga

warunkach dużej sprzedaży produktów roślinnych, może skutkować spadkiem zasobności gleb w potas, a także deficytowym stanem odżywienia roślin. Wyniki badań zagranicznych potwierdzają istnienie trudności z utrzymaniem zrównoważonego salda bilansu potasu w gospodarstwach ekologicznych (Gosling i Shepherd, 2005; Andrist-Rangel i in., 2007; Korsaeath, 2012), a zwłaszcza w gospodarstwach bezinwentarzowych (Smith i in., 2016).

W grupach gospodarstw ekologicznych badanych w latach 2010-2012 nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w zawartości węgla organicznego, fosforu, potasu, magnezu w glebie oraz jej odczynu. Jedyna istotna statystycznie różnica dotyczyła odczynu gleby pomiędzy grupą o profilu mieszanym i grupą wyspecjalizowaną w produkcji zwierzęcej. Uzyskane wyniki analiz chemicznych wykazały generalnie niską zasobność gleb w potas w badanych gospodarstwach ekologicznych [10].

Ad. 4.

Innym celem prowadzonych badań była ocena salda bilansu glebowej materii organicznej (SOM) oraz emisji gazów cieplarnianych: metanu oraz podtlenku azotu. Badania, prowadzono w wybranych gospodarstwach ekologicznych o różnych kierunkach produkcji w roku 2008 i w latach 2010-2012 dla bilansu SOM, oraz w latach 2004-2005 w przypadku emisji gazów cieplarnianych [8, 9]. Dodatkowo ocenę salda bilansu SOM i emisji podtlenku azotu wykonano dla ekologicznego systemu produkcji roślinnej w oparciu o dane z lat 1996-2007. Bazowano tu na doświadczeniu polowym założonym w 1994 r. w SD IUNG w Osinach, którego celem jest porównywanie różnych systemów produkcji roślinnej [5].

Do oceny wpływu gospodarowania ekologicznego na bilans SOM wykorzystano specjalne współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej materii organicznej opracowane przez Eicha i Kundlera (za Fotymą i Mercikiem, 1995). Współczynniki te uwzględniają oddziaływanie roślin uprawnych oraz nawozów naturalnych i organicznych.

Średnio saldo bilansu SOM w badanych gospodarstwach ekologicznych było dodatnie i wynosiło odpowiednio $0.53 \text{ t SM ha}^{-1} \text{ GO}$ dla grupy badanej w 2008 r. oraz $1.67 \text{ t SM ha}^{-1} \text{ GO}$ dla gospodarstw analizowanych w latach 2010-2012. U producentów wyspecjalizowanych w produkcji roślinnej, a zwłaszcza w produkcji warzyw, stwierdzono ujemne saldo bilansu SOM, wynoszące od $-0.09 \text{ t SM ha}^{-1} \text{ GO}$ dla grupy badanej w 2008 r. do $-0,29 \text{ t}$ dla gospodarstw ocenianych w latach 2010-2012 [8, 9]. Należy zauważyć, iż uzyskany wynik dla tej grupy mógł być dużo mniej korzystny, gdyby nie fakt, iż część z nich dokupywała nawozy naturalne z sąsiednich gospodarstw konwencjonalnych, co jest dopuszczalne z punktu widzenia regulacji prawnych obowiązujących w rolnictwie ekologicznym. Generalnie o dodatnim saldzie bilansu materii organicznej w grupie o profilu mieszanym i zwierzęcym decydował ok. 15%-owy udział roślin pastewnych (głównie bobowatych lub ich mieszanek z trawami) w strukturze zasiewów, a także znacząca obsada zwierząt. W badaniach prowadzonych przez Schultz'a i in. (2014) wykazano znaczący spadek zawartości SOM w grupie gospodarstw ekologicznych o profilu roślinnym (bezinwentarzowych) z dużym udziałem roślin towarowych. W tej grupie gospodarstw zawartość glebowej materii organicznej zmniejszyła się aż o 8,4% w stosunku do wartości początkowej.

Dr Jarosław Stalenga

Saldo bilansu wyliczone dla ekologicznego systemu produkcji roślinnej w SD w Osinach w oparciu o dane z lat 1996-2007 było dodatnie i wynosiło 1,9 t SM ha⁻¹ GO na rok. Także i w tym przypadku znaczący, bo 40%-owy udział roślin pastewnych (mieszanek bobowatych z trawami) w strukturze zasiewów zadecydował o tak korzystnym wyniku. Pozostałe dwa systemy: konwencjonalny i integrowany charakteryzowały się ujemnym saldem bilansu, co było konsekwencją dużego udziału zbóż oraz innych roślin o ujemnym wpływie na bilans SOM. Wyraźnie dodatni wynik salda bilansu SOM wskazuje, że gospodarowanie ekologiczne stwarza możliwości zwiększenia retencji (sekwestracji) węgla w glebie.

Innym celem prowadzonych badań była ocena wpływu rolnictwa ekologicznego na poziom emisji dwóch gazów cieplarnianych: metanu oraz podtlenku azotu [5]. W szacowanej wielkości emisji metanu uwzględniono jego emisję z fermentacji jelitowej przeżuwaczy oraz wydzielanie z nawozów naturalnych, głównie obornika. Wielkość emisji metanu z procesów fermentacji jelitowej wyliczono w oparciu o współczynniki emisji przyjęte dla określonych kategorii zwierząt gospodarskich (Olendrzyński i in., 2007). Emisję z nawozów naturalnych wyliczano w oparciu o wielkość produkcji tych nawozów w gospodarstwie. Wydajność metanogenezy dla obornika przyjęto na poziomie 0,3 mola/kg substancji fermentowanej (Nalborczyk i in., 1996). W wyliczeniu wielkości emisji podtlenku azotu uwzględniono jego wydzielanie z gleby związane ze stosowaniem nawozów organicznych i naturalnych oraz z biologicznym wiązaniem azotu przez rośliny bobowate. Oszacowane emisje metanu i podtlenku azotu przedstawiono w jednostkach ekwiwalentu CO₂, wykorzystując do przeliczeń odpowiednie wartości globalnych potencjałów ocieplenia (GWP) (Olendrzyński i in., 2007).

Badane w latach 2004-2005 gospodarstwa ekologiczne emitowały ok. 15% mniej metanu w porównaniu do średniej dla gospodarstw konwencjonalnych w woj. kujawsko-pomorskim. W przeliczeniu na CO₂ (w jednostkach GWP) gospodarstwa te wydelały o ok. 20% mniej gazów cieplarnianych (metanu i podtlenku azotu) z 1 ha UR niż średnio w województwie [5].

Emisja podtlenku azotu w ekologicznym systemie produkcji roślinnej w SD w Osinach w oparciu o dane z lat 1996-2007 była ok. dwukrotnie mniejsza niż w porównywanych systemach konwencjonalnym i integrowanym. Wynikało to głównie z faktu, iż w gospodarowaniu ekologicznym nie stosowano syntetycznych nawozów azotowych, które w największym stopniu decydują o emisji tego gazu cieplarnianego [5].

WNIOSKI

1. Zdolność do efektywnego pobierania składników nawozowych z gleby, głównie azotu oraz ich skuteczna redystrybucja do części generatywnych może być ważnym kryterium oceny przydatności odmian pszenicy ozimej do uprawy w rolnictwie ekologicznym.

2. Osiągnięcie wystarczającego zaopatrzenia w azot i inne składniki nawozowe przez pszenicę ozimą uprawianą w systemie ekologicznym jest szczególnie trudne w jej początkowych fazach rozwojowych. Wynika to z faktu, iż wczesną wiosną przebieg procesów mikrobiologicznych w glebie jest powolny i nawet odpowiednia ilość materii organicznej może nie gwarantować wystarczającego zaopatrzenia roślin w te składniki.

Dr Jarosław Stalenga

3. Uwzględniając kryterium efektywności wykorzystania azotu z gleby i jego redystrybucji do części generatywnych odmiany współczesne pszenicy ozimej (Zyta, Sukces, Mewa) były bardziej przydatne do uprawy w rolnictwie ekologicznym niż odmiany dawne (Ostka Kazimierska, Kujawianka Więclawicka, Wysokolitewka Sztynnosłoma).

4. Przydatność testu SPAD oraz indeksu NNI do oceny stanu odżywienia azotem pszenicy ozimej uprawianej w rolnictwie ekologicznym jest ograniczona, m.in. ze względu na kalibrację w/w testów w warunkach intensywnego rolnictwa konwencjonalnego ukierunkowanego na uzyskiwanie dużych plonów.

5. Wyniki oceny salda bilansu azotu w ekologicznym systemie produkcji roślinnej uzyskane przy pomocy metody OECD, modelu NDICEA oraz programu MACROBIL nie były jednoznaczne. Program MAKROBIL generował ujemne saldo bilansu azotu, natomiast model NDICEA oraz częściowo metoda OECD wynik dodatni, jednak na poziomie nie większym niż $35 \text{ kg ha}^{-1} \text{ UR rok}^{-1}$.

6. Saldo bilansu fosforu w systemie ekologicznym wyliczone metodą OECD oraz modelem NDICEA było nieznacznie ujemne i wynosiło od -6 do $-16 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Ujemne saldo bilansu fosforu korespondowało z niską zasobnością gleby w ten składnik, nie znalazło jednak odzwierciedlenia w ocenionym stanie odżywienia fosforem pszenicy ozimej.

7. W systemie ekologicznym saldo bilansu potasu ocenione metodą OECD było w latach 1996-2002 wyraźnie ujemne i wynosiło $-131 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Jednak w kolejnych latach dzięki stosowaniu w odpowiednich dawkach dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym nawozów potasowych saldo tego składnika było już dodatnie i wynosiło $24 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

8. W porównywanych grupach gospodarstw ekologicznych o różnych profilu produkcji najkorzystniejsze, dodatnie wartości salda bilansu azotu, fosforu i potasu notowano w gospodarstwach ukierunkowanych na produkcję zwierzęcą. Natomiast w grupie o profilu warzywniczym saldo bilansu tych składników było najniższe i z reguły przybierało wartości ujemne. Wskazuje to, że gospodarstwa o takiej specjalizacji mogą mieć poważne trudności z zachowaniem zrównoważonego salda bilansu składników nawozowych, co w dłuższej perspektywie może prowadzić do spadku żyzności gleb oraz deficytowego stanu odżywienia roślin uprawnych. Wyniki analiz chemicznych potwierdziły niską zasobność gleb w potas w gospodarstwach o profilu warzywniczym.

9. Gospodarstwa ekologiczne utrzymujące zróżnicowany płodozmian odpowiednio wysycony roślinami bobowatymi, a także stosujące nawozy naturalne i organiczne są w stanie utrzymać odpowiednio wysokie, dodatnie saldo bilansu glebowej materii organicznej. Wskazuje to, że rolnictwo ekologiczne stwarza możliwości zwiększenia retencji (sekwestracji) węgla w glebie.

10. Oceniane gospodarstwa ekologiczne emitowały w przeliczeniu na CO_2 ok. 20% mniej metanu i podtlenku azotu z 1 ha UR niż średnio gospodarstwa konwencjonalne. Emisja podtlenku azotu w ekologicznym systemie produkcji roślinnej na doświadczeniu polowym w SD IUNG była ok. dwukrotnie mniejsza niż w systemach konwencjonalnym i integrowanym.

PIŚMIENNICTWO

1. Andersen J.H., Carstensen J., Conley D.J., Dromph K., Fleming-Lehtinen V., Gustafsson B.G., Josefson A.B., Norkko A., Villnäs A., Murray C. 2017. Long-term temporal and spatial trends in eutrophication status of the Baltic Sea. *Biological Reviews* 92(1): 135-149.
2. Andrist-Rangel Y., Edwards A.C., Hillier S., Öborn I. 2007. Long-term K dynamics in organic and conventional mixed cropping systems as related to management and soil properties. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122: 413-426.
3. Bedini S., Avio L., Sbrana C., Turrini A., Migliorini P., Vazzana C., Giovannetti M. 2013. Mycorrhizal activity and diversity in a long-term organic Mediterranean agroecosystem. *Biology and Fertility of Soils* 49: 781-790.
4. Bergmann W. 1992. Nutritional disorders of plants: development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York, ss. 741.
5. Berry P.M., Stockdale E.A., Sylvester-Bradley R., Philipps L., Smith K.A., Lord E.I., Watson C.A, Fortune S. 2003. N, P and K budgets for crop rotations on nine organic farms in the UK. *Soil Use and Management* 19(2): 112-118.
6. Burgt G.J.H.M. van der, Oomen G.J.M., Habets A.S.J., Rossing W.A.H. 2006a. The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. *Nutrient management and Agroecosystems* 74: 275-294.
7. Burgt G.J.H.M. van der, Topp C.F.E., Watson C.A., Oomen G.J.M. & Rossing W.A.H. 2006b. Predicting soil nitrogen dynamics for an organic rotation using NDICEA. *Aspects of Applied Biology* 80: 217-223.
8. Colomb B., Carof M., Aveline A., Bergez J.-E. 2013. Stockless organic farming: strengths and weaknesses evidenced by a multicriteria sustainability assessment model. *Agronomy and Sustainable Development* 33:593-608.
9. Davis J., Abbott L. 2006. Soil fertility in organic farming systems. W: Kristiansen P., Taji A., Reganold J. (Eds.) *Organic agriculture: a global perspective*. CABI, Wallingford, s. 25-51.
10. Fliessbach A., Oberholzer H., Gunst L., Mäder P. 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118:273-284.
11. Fotyma E. 2002. Zróżnicowanie odmianowe zawartości chlorofilu w liściach zbóż ozimych. *Pamiętnik Puławski* 130: 171-178.
12. Fotyma M., Jadczyzyn T., Pietruch C. 2001. A decision support system for sustainable nutrient management for farm level: MACROBIL. *Nawozy i Nawożenie* 2(7): 7-26.
13. Fotyma M., Mercik S. 1995. *Chemia rolna*. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN, ss. 356.
14. Gosling P., Ozaki A., Jones J., Turner M., Rayns F., Bending G.D. 2010. Organic management of tilled agricultural soils results in a rapid increase in colonisation potential and spore populations of arbuscular mycorrhizal fungi. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139: 273-279.

Dr Jarosław Stalenga

15. Gosling P., Shepherd M. 2005. Long-term changes in soil fertility in organic farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105: 425-432.
16. Granstedt A., Schneider T., Seuri P., Thomsson O. 2008. Ecological recycling agriculture to reduce nutrient pollution to the Baltic Sea. *Biological Agriculture and Horticulture* 26: 279-307.
17. Jończyk K. 2002. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pamiętnik Puławski* 130/I: 339-345.
18. Kopiński J. 2009. Ocena gospodarstw rolniczych o różnej intensywności produkcji na tle wybranych wskaźników agrośrodowiskowych. *Roczniki Naukowe SERiA* 11(1): 223-228.
19. Köpke U. 2005. Crop ideotypes for organic cereal cropping systems. W: *Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Workshop on Organic Plant Breeding Strategies and the Use of Molecular Markers*, s. 13-16.
20. Korsaeath A. 2012. N, P, and K budgets and changes in selected topsoil nutrients over 10yr in a long-term experiment with conventional and organic crop rotations. *Applied and Environmental Soil Science* 2012: 1-17.
21. Kuś J., Jończyk K. 2007. Ocena organizacyjna gospodarstw ekologicznych w Polsce. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 52(3): 95-100.
22. Kuś J., Jończyk K. 2018. Produkcyjne i środowiskowe skutki stosowania różnych systemów gospodarowania w Osinach. W: Marks M., Jastrzębska M., Kostrzevska M.K. (Red.) *Eksperymenty wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce*. Wyd. UW-M Olsztyn, s. 133-156.
23. Liu Y., Wu L., Baddeley J.A., Watson C.A. 2011. Models of biological nitrogen fixation of legumes. A review. *Agronomy and Sustainable Development* 31: 155-172.
24. Mäder P., Fliessbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296: 1694-1697.
25. Martyniuk S., Gajda A., Kuś J. 2001. Microbiological and biochemical properties of soils under cereals grown in the ecological, conventional and integrated system. *Acta Agrophysica* 52:185-192.
26. Martyniuk S., Jończyk K., Kozieł M. 2018. Numbers of phosphate solubilizing microorganisms and phosphatases activities in the rhizosphere soil of organically and conventionally grown winter wheat. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 63(2): 147-150.
27. Meisterling K., Samaras C., Schweizer V. 2009. Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production* 17(2): 222-230.
28. Möller K. 2018. Soil fertility status and nutrient input-output flows of specialised organic cropping systems: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 112:147-164.
29. Nalborczyk E., Łoboda T., Pietkiewicz S., Siudek T., Machnacki M., Sieczko L. 1996. Emisja gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie i możliwości jej redukcji. Część II. Bilans

Dr Jarosław Stalenga

gazów cieplarnianych w różnych typach gospodarstw specjalizujących się w produkcji roślinnej. Ekspertyza, SGGW, Warszawa 1997.

30. OECD 2006. Environmental Indicators for Agriculture. Public. Service. Paris, vol. 4, chapt. 3.

31. Olendrzyński K., Kargulewicz I., Skośkiewicz J., Dębski B., Cieślińska J., Olecka A., Kanafa M., Kania K. 2007. Krajowa inwentaryzacja emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych za rok 2005. Warszawa, Instytut Ochrony Środowiska, ss. 159.

32. Pietrzak S. 2011. Kwantyfikacja azotu wiązanego symbiotycznie przez rośliny motylkowate. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 11, 3(35): 197-207.

33. Råberg T., Carlsson G., Jensen E.S. 2018. Nitrogen balance in a stockless organic cropping system with different strategies for internal N cycling via residual biomass. Nutrient Cycling in Agroecosystems 112:165-178.

34. Raport 2017. Raport o stanie rolnictwa ekologicznego w Polsce w latach 2015-2016. IJHARS, Warszawa, ss. 103.

35. Report 2016. Facts and figures on organic agriculture in the European Union. European Commission, ss. 47.

36. Schulz F., Brock C., Schmidt H., Franz K.-P. & Leithold G. 2014. Development of soil organic matter stocks under different 'farming types' and tillage systems in the organic arable farming experiment Gladbacherhof. Archives of Agronomy and Soil Science 60: 313-326.

37. Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature 485: 229-232.

38. Smith L.G., Tarsitano D., Topp C.F.E., Jones S.K., Gerrard C.L., Pearce B.D., Williams A.G., Watson C.A. 2016. Predicting the effect of rotation design on N, P, K balances on organic farms using the NDICEA model. Renewable Agriculture and Food Systems, 31: 471-484.

39. Unkovich M.J., Baldock J., Peoples M.B. 2010. Prospects and problems of simple linear models for estimating symbiotic N₂ fixation by crop and pasture legumes. Plant and Soil 329 (1-2): 75-89.

40. Watson C.A., Atkinson D., Gosling P., Jackson L.R., Rayns F.W. 2002a. Managing soil fertility in organic farming systems. Soil Use and Management 18(1): 239-247.

41. Watson C.A., Bengtsson H., Ebbesvik M., Løes A.K., Myrbeck A., Salomon E., Stockdale E.A. 2002b. A review of farm-scale nutrient budgets for organic farms as a tool for management of soil fertility. Soil Use and Management 18(1): 264-273.

42. Wolfe M.S., Baresel J.P., Desclaux D., Goldringer I., Hoad S., Kovacs G., Loschenberger F., Miedaner T., Østergard H., Lammerts van Bueren E.T. 2008. Developments in breeding cereals for organic agriculture. Euphytica 163: 323-346.

43. Wood R., Lenzen M., Dey C., Lundie S. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. Agricultural Systems 89 (2): 324-348.

Dr Jarosław Stalenga

V. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Przebieg pracy naukowej przed uzyskaniem stopnia doktora

W latach 1996-2001 byłem uczestnikiem Studiów Doktoranckich w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Moje badania w tym okresie koncentrowały się na zagadnieniach związanych z oceną stanu odżywienia pszenicy i jęczmienia w różnych systemach produkcji roślinnej, a także jakością ziemiopłodów w rolnictwie ekologicznym. Zajmowałem się również oceną efektywności ekonomicznej i energetycznej ekologicznego i konwencjonalnego systemu produkcji roślinnej. W okresie Studiów Doktoranckich odbyłem kilka zagranicznych staży naukowych i wyjazdów studyjnych. W lipcu 1997 r. uczestniczyłem w wyjeździe studyjnym do Danish Agricultural Advisory Centre w Aarhus (Dania) w ramach projektu pt. "Development of a Code of Good Agricultural Practice in Poland" [III.L.5]. Następnie w 1998 r. przebywałem przez trzy miesiące na stażu naukowym w Research Institute for Agrobiology and Soil Fertility w Wageningen (Holandia) w ramach projektu pt. "Database for sustainable agriculture in Poland" [III.L.1]. Jednym z efektów tego stażu był raport pt. „Agricultural situation in Poland” przedstawiający trendy w ważniejszych sektorach rolniczych w Polsce [II.E.1]. W roku 2000 przez ok. 2 miesiące uczestniczyłem w stażu w ramach 3rd International Post-Graduate Course on Food Technology w Hebrew University of Jerusalem w Rehovot (Izrael) [III.L.2].

W sumie w okresie Studiów Doktoranckich byłem autorem lub współautorem dziewięciu publikacji w tym: dwóch publikacji naukowych z kategorii B [II.D.1; II.D.2], jednego rozdziału w monografii w języku polskim [II.D.27], jednego raportu naukowego w języku angielskim [II.E.1], dwóch publikacji popularnonaukowych [III.I.1; III.I.2], jednej publikacji w wydawnictwach konferencyjnych w j. polskim [II.D.52] oraz dwóch w języku angielskim [II.D.67; II.D.68]. Zaprezentowałam także dwa postery na konferencji międzynarodowej [III.B.3; III.B.4] oraz dwa postery na konferencjach krajowych [III.B.1; III.B.2].

Przebieg pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora

Po obronie pracy doktorskiej w dniu 25 czerwca 2001 r. kontynuowałem i rozwijałem rozpoczęte w czasie Studium wątki badawcze. Podejmowałem także prace naukowe w nowych obszarach. Poza zagadnieniami dotyczącymi gospodarki składnikami nawozowymi i glebową materią organiczną w rolnictwie ekologicznym, które omówiłem w punkcie IV jako osiągnięcie naukowe, moje pozostałe aktywności koncentrowały się w następujących obszarach badawczych:

1. Ocena skuteczności różnych systemów rolniczych w ochronie różnorodności biologicznej wybranych grup fauny i flory

W literaturze istnieje niewiele publikacji dotyczących oceny skuteczności rolnictwa ekologicznego oraz programu rolnośrodowiskowego (PRŚ) w ochronie różnorodności biologicznej w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. **Zgromadzona dotychczas wiedza i stworzone na jej podstawie narzędzia ochrony różnorodności biologicznej zostały wypracowane w warunkach intensywnego rolnictwa krajów Europy Zachodniej, które różnią się znacząco od niskonakładowego, rozdrobnionego modelu rolnictwa**

Dr Jarosław Stalenga

dominującego w wielu częściach Europy Środkowo-Wschodniej, zwłaszcza Polski czy Rumunii. Bardziej szczegółowo zagadnienia te zostały omówione w wieloautorskiej publikacji pt. „*Harnessing the biodiversity value of Central and Eastern European farmland*” [II.A.2].

W celu wypełnienia istniejącej luki zainicjowałem w 2011 r. badania w tym obszarze w ramach kierowanego przez mnie projektu pt. „**Protection of species diversity of valuable natural habitats on agricultural lands on NATURA 2000 areas in the Lublin Voivodeship** (*Ochrona różnorodności gatunkowej cennych przyrodniczo siedlisk na użytkach rolnych na obszarach Natura 2000 w woj. lubelskim*)” (KIK/25) [II.I.3], finansowanego ze Szwajcarsko-Polskiego Programu Współpracy [III.A.4]. Ponadto w latach 2011-2013 prowadziłem badania dotyczące oceny efektywności przyrodniczej systemów rolniczych o różnym udziale roślin bobowatych w ramach projektu pt. „**Legume-supported cropping systems for Europe**” [II.I.2] finansowanego z 7 PR UE [III.A.1]. W projekcie tym byłem kierownikiem i głównym wykonawcą ze strony IUNG-PIB. Następnie w latach 2014-2016 kierowałem i realizowałem badania dotyczące oceny wpływu różnych typów upraw rolniczych na różnorodność wybranych grup bezkręgowców w temacie z działalności statutowej IUNG-PIB pt. „**Ocena różnorodności biologicznej wybranych bezkręgowców w uprawach rolniczych**” [II.I.42].

W toku realizacji projektu KIK/25 stworzono trzy sieci monitoringu przyrodniczego PRŚ, głównie na obszarach NATURA 2000, które wykorzystano do szczegółowej oceny wpływu różnych praktyk rolniczych na różnorodność roślin, pająków, owadów prostoskrzydłych oraz ptaków na wybranych powierzchniach zlokalizowanych na gruntach ornych oraz trwałych użytkach zielonych w woj. lubelskim. Wstępne wyniki badań wykazały niewielkie różnice w stanie różnorodności gatunkowej między powierzchniami kontrolnymi, a działkami objętymi wdrażaniem pakietów przyrodniczych PRŚ. Rolnictwo ekologiczne na gruntach ornych sprzyjało większej różnorodności roślin segetalnych oraz owadów prostoskrzydłych, natomiast nie stwierdzono istotnych różnic między systemem konwencjonalnym a ekologicznym w przypadku różnorodności pająków i ptaków [II.D.15; II.D.61; II.B.21]. Uzyskane rezultaty mogą **potwierdzać hipotezę o istotnym wpływie struktury krajobrazu, a także intensywności użytkowania rolniczego** w otoczeniu monitorowanych powierzchni objętych programem rolnośrodowiskowym **na różnorodność gatunkową dzięki fauny i flory**. Struktura krajobrazu woj. lubelskiego, stanowiącego tło badań w projekcie KIK/25, charakteryzowała się dużym rozdrobnieniem działek rolnych oraz znaczącym udziałem nieprodukcyjnych elementów takich jak np. zadrzewienia, zagajniki, oczka wodne, itd. Natomiast dominujący sposób użytkowania rolniczego w tym regionie charakteryzował się małą intensywnością mierzoną zużyciem przemysłowych środków produkcji, tj. chemicznych środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych.

Jednym z najważniejszych osiągnięć projektu było opracowanie monografii pt. „**Kodeks dobrych praktyk rolniczych sprzyjających bioróżnorodności**” [II.D.24], której byłem redaktorem i pierwszym autorem. Szczegółowo omówiono tu różne praktyki rolnicze na gruntach ornych, łąkach i pastwiskach w kontekście ich wpływu na florę, pająki, chrząszcze biegaczowate, owady prostoskrzydłe, owady pszczołowate, motyle dzienne oraz ptaki. Dużo miejsca w kodeksie poświęcono również dobrym praktykom rolniczym służącym zachowaniu

Dr Jarosław Stalenga

cennych przyrodniczo siedlisk na trwałych użytkach zielonych. Omówiono w nim ponadto ważny i aktualny temat dotyczący skutecznego zwalczania roślin inwazyjnych. W książce poruszono także stosunkowo nowy i istotny problem zagospodarowania biomasy z łąk nieużytkowanych rolniczo.

Poprzez inną monografię pt. „**Metodyka tworzenia systemu monitoringu efektów bioróżnorodnościowych programu rolnośrodowiskowego**” której byłem redaktorem [II.D.49] i współautorem rozdziału [II.D.39], stworzono podstawy do **wdrożenia zintegrowanego monitoringu różnorodności biologicznej uwzględniającego różne grup fauny i flory**, a także monitoringu oddziaływania różnych praktyk rolniczych, w tym programu rolnośrodowiskowego i rolnictwa ekologicznego na różnorodność gatunkową oraz na stan siedlisk przyrodniczych. Wyniki projektu KIK/25 mogą służyć tu jako wytyczne do realizacji tego typu działań w skali całego kraju.

Rezultaty projektu KIK/25 mają szczególnie istotne znaczenie w kontekście rozpoczętych w 2017 r. prac w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi nad kształtem nowego działania rolno-środowiskowo-klimatycznego na lata 2021-2027. Opracowana w projekcie monografia pt. „**Rekomendacje zmian w programie rolnośrodowiskowym**”, której byłem redaktorem [II.D.50] i współautorem kilku rozdziałów, jest źródłem cennych wskazówek, co należy poprawić w obecnym oraz w jakim kierunku powinny zmierzać prace nad nowym programem.

W latach 2011-2013 prowadziłem badania dotyczące oceny efektywności przyrodniczej systemów rolniczych z różnym udziałem roślin bobowatych w zmianowaniu w ramach **projektu z 7 PR UE pt. „Legume-supported cropping systems for Europe”** [II.I.2]. W projekcie tym ze strony IUNG-PIB byłem kierownikiem i głównym wykonawcą. Badania własne w projekcie koncentrowały się na ocenie różnorodności flory segetalnej oraz dżdżownic w różnych systemach produkcji roślinnej, zlokalizowanych w SD IUNG-PIB w Osinach. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały że, **system ekologiczny wysycony w 40% roślinami bobowatymi charakteryzował się największą różnorodnością flory segetalnej**, która była średnio **dwa razy większa niż w systemach integrowanym** (25% udział bobowatych) i konwencjonalnym (brak bobowatych). Ponadto **w systemie ekologicznym stwierdzono największą biomasa dżdżownic**, przy czym występowały one najliczniej w glebie spod uprawy pszenicy ozimej i mieszanek koniczyn z trawami, natomiast w systemach integrowanym i konwencjonalnym biomasa dżdżownic była o ok. 50% mniejsza [II.D.65].

Badania w ramach tematu działalności statutowej IUNG-PIB pt. „Ocena różnorodności biologicznej wybranych bezkręgowców w uprawach rolniczych”, którego byłem kierownikiem [II.I.42], prowadzono w latach 2014-2016, a ich celem była ocena różnorodności gatunkowej i liczebności dżdżownic, owadów prostoskrzydłych, pająków, chrząszczy biegaczowatych oraz taskonów bezkręgowców w uprawach roślin polowych (pszenica ozima i jara) oraz w plantacjach eksperymentalnych z wieloletnimi uprawami na cele energetyczne (wierzba wiciowa, miskant oraz ślazowiec pensylwański) w Osinach. Do przeprowadzenia badań w uprawach roślin polowych wykorzystano doświadczenie nad porównywaniem różnych systemów produkcji roślinnej w SD IUNG-PIB w Osinach.

Dr Jarosław Stalenga

Uzyskane wyniki badań pokazały, że **w pszenicy ozimej w systemie ekologicznym było istotnie więcej taksonów niż w jej monokulturze prowadzonej konwencjonalnie [II.D.21]. W pszenicy jarej w systemie ekologicznym było istotnie więcej osobników pajaków niż w systemach integrowanym i konwencjonalnym oraz więcej gatunków niż na polach konwencjonalnych.** W przypadku chrząszczy biegaczowatych nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w liczbie osobników i ich gatunków w systemach pszenicy ozimej i jarej, a także w uprawach roślin energetycznych. **We wszystkich typach upraw stwierdzano niewielką ilość owadów prostoskrzydłych.** W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że oceniane **rośliny energetyczne, a zwłaszcza wierzba, mogą tworzyć liczne i bogate gatunkowo ekosystemy, wspierające szereg grup bezkręgowców, np. biegaczowatych, ważnych z punktu widzenia świadczonych usług ekosystemowych.** Wykazano także, że **zboża jare charakteryzowały się gorszymi wartościami wskaźników różnorodności niż formy ozime.** Wyniki pokazały, że pszenica jara uprawiana w systemie ekologicznym, mimo największej liczebności osobników bezkręgowców, z reguły nie sprzyjała utrzymywaniu ich dużej różnorodności gatunkowej [II.D.21; II.E.37].

Uzyskane w ramach realizacji w/w projektów, tematu statutowego oraz innych aktywności w tym obszarze wyniki badań stały się podstawą do opracowania dwóch publikacji naukowych z kategorii A [II.A.2; II.A.5], czterech publikacji z kategorii B [II.D.15; II.D.18; II.D.19; II.D.21] oraz trzech monografii w języku polskim [II.D.23; II.D.24; II.D.25]. Byłem również współautorem jednego rozdziału w monografii w języku polskim [II.D.39], jednego rozdziału w monografii w języku angielskim [II.D.46], pięciu publikacji w wydawnictwach konferencyjnych w j. polskim [II.D.61; II.D.62; II.D.64; II.D.65; II.D.66], czterech w j. angielskim [II.D.77; II.D.78; II.D.79; II.D.80], jednej publikacji popularno-naukowej [III.I.5] oraz pięciu opinii eksperckich [III.M.5-III.M.8; III.M.10]. Zaprezentowałem także trzy postery na konferencjach międzynarodowych [III.B.21; III.B.23; III.B.24], trzy postery na konferencjach krajowych [III.B.18; III.B.19; III.B.25], a ponadto wygłosiłem siedem referatów na konferencjach naukowych [II.K.18-II.K.24] oraz dziewięć na seminariach i warsztatach [II.K.30; II.K.47; II.K.53; II.K.60-II.K.62; II.K.64-II.K.66]. Najważniejsze wyniki powyższych badań szczegółowo omówiłem w czterech raportach końcowych [II.E.33; II.E.34; II.E.37; II.E.38].

Ważnym dodatkowym efektem projektu były **dwie, obronione w 2016 r., prace doktorskie**, których byłem **promotorem pomocniczym** [III.K.1; III.K.2].

Jako uczestnik zespołu realizującego powyższe zagadnienie **otrzymałem w 2016 r. Nagrodę Dyrektora IUNG-PIB pierwszego stopnia** za cykl opracowań z zakresu ochrony różnorodności biologicznej, w tym za monografię pt. „Kodeks dobrych praktyk rolniczych sprzyjających bioróżnorodności” [II.J.3], a **w roku 2017 Wyróżnienie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi** za osiągnięcia pt. „Badania nad wpływem różnych praktyk rolniczych na różnorodność biologiczną na użytkach rolnych oraz promocja systemów rolniczych sprzyjających jej ochronie” [III.D.1].

Dr Jarosław Stalenga

2. Doskonalenie agrotechniki w rolnictwie ekologicznym

Badania nad doskonaleniem agrotechniki wybranych gatunków roślin uprawnych w rolnictwie ekologicznym prowadzone są w IUNG-PIB od połowy lat 90. Badania te dotyczą takich elementów jak: sposoby poprawy żyzności gleb, ograniczanie zachwaszczenia, optymalizacja technik siewu zbóż, a także dobór odpowiednich odmian. Moja aktywność naukowa w tym obszarze obejmowała badania nad oceną przydatności odmian pszenicy i ziemniaka do uprawy w rolnictwie ekologicznym oraz sposobami poprawy żyzności gleb w tym systemie.

W przypadku doboru odmian ziemniaka badania prowadziłem w latach 1996-1998 w zespole kierowanym przez prof. dr hab. Jana Kusia w ramach projektu zamawianego pt. "Opracowanie modelu rozwoju i funkcjonowania rolnictwa ekologicznego" [II.I.8] finansowanego przez KBN i koordynowanego przez Centrum Logistyczne Rolnictwa Ekologicznego przy SGGW. Do przeprowadzenia badań zostało wykorzystane doświadczenie polowe założone w 1994 r. w SD IUNG w Osinach, którego celem jest porównywanie różnych systemów produkcji roślinnej. Porównywano siedem odmian ziemniaka (Ania, Irga, Mila, Lawina, Aster, Sumak, Arkadia), uprawianych w systemie ekologicznym i integrowanym. Niezależnie od odmiany plon bulw ziemniaka w systemie ekologicznym, średnio z trzech lat badań, wynosił ok. 26 t z ha, natomiast w systemie integrowanym kształtował się na poziomie ok. 35 t/ha. **Mniejsze o ok. 25% plony w systemie ekologicznym były spowodowane przede wszystkim silnym porażeniem roślin przez zarazę ziemniaka.** W systemie ekologicznym, obok mniejszego plonu, stwierdzono także zdecydowanie niższy udział bulw dużych (o średnicy powyżej 6 cm) oraz nieco mniejszą zawartość skrobi w porównaniu do bulw pochodzących z systemu integrowanego. Wczesne odmiany ziemniaka reagowały mniejszą obniżką plonu na uprawę w systemie ekologicznym w porównaniu do odmian o dłuższym okresie wegetacji. Na podstawie przyjętych kryteriów stwierdzono, że najbardziej przydatnymi do uprawy w rolnictwie ekologicznym odmianami były Ania i Irga [II.D.1; II.D.27].

Badania dotyczące oceny przydatności wybranych współcześnie uprawianych i dawnych odmian pszenicy do uprawy w rolnictwie ekologicznym, a także ustalenia najlepszych kryteriów doboru odmian do uprawy w tym systemie, prowadziłem w latach 2003-2006 w ramach kierowanego przeze mnie projektu badawczego własnego finansowanego ze środków KBN [II.I.1], a także w latach 2002-2004 oraz 2006-2008 w ramach dwóch tematów z działalności statutowej IUNG-PIB dotyczących oceny przydatności odmian pszenicy ozimej i jarej do uprawy w rolnictwie ekologicznym, których również byłem kierownikiem [II.I.32; II.I.36]. Do przeprowadzenia badań wykorzystano wymienione wyżej doświadczenie polowe założone w SD IUNG w Osinach. Badania prowadzono na polach pszenicy ozimej i jarej w systemie ekologicznym. W doświadczeniu testowano sześć współczesnych odmian pszenicy ozimej (Kobra, Roma, Korweta, Sukces, Zyta, Mewa), trzy dawne odmiany: Ostkę Kazimierską, Kujawiankę Więclawicką i Wysokolitewkę Szywnosłomą oraz odmianę Schwabenkorn pszenicy orkisz. Z form jarych pszenicy w badaniach uwzględniono siedem współczesnych odmian: Vinjett, Ismena, Koksa, Jasna, Napola, Zebra oraz Bryza, a także dwie

Dr Jarosław Stalenga

dawne odmiany: Rokicka oraz Ostka Puławska. Materiał siewny starych odmian pozyskano z kolekcji prowadzonej przez IHAR w Radzikowie. Prowadzone w wieloautorskim zespole badania obejmowały m.in.: analizę nagromadzenia suchej masy, ocenę zdolności odmian do translokacji NPK do ziarna, ocenę stanu odżywienia azotem, fosforem i potasem oraz pobrania tych składników, ocenę konkurencyjności w stosunku do chwastów, analizę wskaźnik pokrycia liściowego (LAI), ocenę porażenia podstawy źdźbła i systemu korzeniowego oraz liścia przez patogeny grzybowe.

Największe i najbardziej stabilne plony spośród testowanych odmian pszenicy ozimej, średnio za lata 2005-2007, osiągały **współczesne odmiany**, tj.: Zyta - 4,36 t/ha oraz Roma i Sukces - 4,05 t/ha. **Odmiany te plonowały o około 1,5 t/ha wyżej niż odmiany dawne.** Spośród testowanych odmian pszenicy jarej największe plony uzyskiwały elitarne odmiany Vinjett - 3,23 t/ha oraz Zebra - 3,13 t/ha. Dawne odmiany pszenicy jarej plonowały na zbliżonym poziomie ok. 1,65 t/ha. Największą konkurencyjnością w stosunku do chwastów charakteryzowały się odmiany Zyta, a także Sukces oraz Mewa. **Na większości porównywanych odmian pszenicy ozimej i jarej odnotowano niewielkie nasilenie objawów chorób grzybowych systemu korzeniowego i podstawy źdźbła, co było efektem bardzo korzystnego zmianowania.** Odmianami pszenicy ozimej z najslabiej porażonym przez patogeny grzybowe aparatem asymilacyjnym były odmiana Zyta i pszenica orkisz, natomiast u pszenicy jarej odmiany Vinjett i Kokska. **Odnotowano duże nasilenie objawów chorób liścia na dawnych odmianach pszenicy ozimej i jarej.** Uzyskane wyniki badań wskazują, iż **odmianami pszenicy ozimej bardziej przydatnymi do uprawy w rolnictwie ekologicznym są jakościowe odmiany Zyta i Sukces, a także oścista odmiana Mewa. Dawne odmiany pszenicy ozimej i jarej mają ograniczoną przydatność do uprawy w rolnictwie ekologicznym ze względu na wyraźnie niższą wydajność oraz większą podatność na choroby liści i kłosa. Pszenica orkisz, ze względu na wiele korzystnych cech (duża konkurencyjność w stosunku do chwastów, względnie wysoka odporność na choroby, itd.) wydaje się mieć korzystne perspektywy rozwoju w rolnictwie ekologicznym. Istotnym kryterium oceny przydatności odmian do systemu ekologicznego wydaje się być poziom odporności na choroby grzybowe, przede wszystkim liści, a także zdolność do efektywnego pobrania składników nawozowych z gleby oraz ich skuteczna redystrybucja do części generatywnych [II.D.11; II.D.13; II.D.29; II.E.4; II.E.13].** Te ostatnie kryteria i ich znaczenie przedstawiłem szerzej w opisie jednej z części swojego osiągnięcia naukowego

Ponadto moją istotną aktywnością naukową w tym obszarze był udział w latach 2004-2018 w realizacji dwudziestu projektów dotyczących doboru odmian zbóż oraz doskonalenia różnych elementów agrotechniki finansowanych z dotacji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi do badań w rolnictwie ekologicznym [II.I.4; II.I.11-II.I.17; II.I.19-II.I.30], z czego w jednym z nich, tj. w projekcie pt. „Efektywne nawożenie w uprawach polowych” realizowanym w 2011 r., byłem kierownikiem [II.I.4].

Badania dotyczące sposobów poprawy żyzności gleb prowadziłem w latach 2015-2017 w ramach projektu pt. „**Fertility Building Management Measures in Organic Cropping Systems** (Metody poprawy żyzności gleb w ekologicznych systemach produkcji rolniczej), Akronim:

Dr Jarosław Stalenga

FertilCrop” [II.I.5] realizowanym w ramach unijnej inicjatywy ERA-NET Core Organic+ [II.I.5]. W projekcie tym byłem kierownikiem i głównym wykonawcą ze strony IUNG-PIB.

Celem głównym projektu FertilCrop było ocena istniejących oraz wypracowanie nowych sposobów poprawy żyzności gleb, głównie w obszarze nawożenia, uprawy roli w ekologicznych uprawach polowych. Prace w projekcie obejmowały również usystematyzowanie wiedzy na temat wpływu różnych praktyk rolniczych na gruntach ornych na dynamikę obiegu węgla i azotu, a zwłaszcza na emisję N₂O i wymywanie NO₃ w warunkach klimatycznych Europy oraz wypracowanie strategii ograniczania strat azotu w ekologicznych uprawach polowych. Ważnym efektem prac w projekcie było stworzenie bazy danych z wynikami z wieloletniego doświadczenia polowego IUNG-PIB w Osinach nad porównywaniem różnych systemów produkcji roślinnej. Baza ta stanowiła punkt wyjścia do prowadzonych symulacji modelem FASSET oraz NDICEA, a zwłaszcza do generowania różnych scenariuszy symulujących proces obiegu azotu w ekologicznych uprawach polowych [II.E.40]. **W ramach tej aktywności powstała publikacja naukowa pt. “Simulating soil fertility management effects on crop yield and soil nitrogen dynamics in field trials under organic farming in Europe”, której byłem współautorem [II.A.6].**

Uzyskane w ramach realizacji w/w projektów, tematu statutowego oraz innych aktywności w tym obszarze wyniki badań stały się podstawą do opracowania dwóch publikacji naukowych z kategorii A [II.A.3; II.A.6] oraz pięciu publikacji z kategorii B [II.D.1; II.D.11; II.D.13; II.D.17; II.D.22]. Byłem również współautorem dwóch rozdziałów w monografii w języku polskim [II.D.27; II.D.29], jednego rozdziału w monografii w języku angielskim [II.D.45], trzech publikacji w wydawnictwach konferencyjnych w j. angielskim [II.D.74-II.D.76] oraz dwóch publikacji popularno-naukowych [III.I.4; III.I.6]. Zaprezentowałem także trzy postery na konferencjach międzynarodowych [III.B.4; III.B.10; III.B.14; III.B.16], cztery postery na konferencjach krajowych [III.B.1; III.B.2; III.B.7; III.B.17], a ponadto wygłosiłem trzy referaty na konferencjach naukowych [II.K.8; II.K.14; II.K.15] oraz sześć na seminariach i warsztatach [II.K.31; II.K.36; II.K.38; II.K.43; II.K.44; II.K.58]. Wyniki powyższych badań szczegółowo omówiłem w dwudziestu siedmiu raportach końcowych [II.E.2-II.E.4; II.E.8-II.E.10; II.E.12; II.E.13; II.E.16-II.E.21; II.E.24; II.E.26-II.E.32; II.E.35; II.E.36; II.E.40-II.E.42].

Jako uczestnik zespołu realizującego powyższe zagadnienia **otrzymałem dwie Nagrody Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi** za osiągnięcia w zakresie wdrażania postępu w rolnictwie, rozwoju wsi i rynkach rolnych. Jedną w 2006 r. za osiągnięcie pt. „Opracowanie naukowych podstaw rolnictwa ekologicznego oraz jego promocja i upowszechnianie” [II.J.1] oraz drugą w 2014 r. za osiągnięcie pt. „Ocena i promocja różnych systemów produkcji rolniczej” [II.J.2].

3. Ocena efektywności środowiskowej i ekonomicznej gospodarstw ekologicznych

Badania nad ocenę efektywności środowiskowej i ekonomicznej gospodarstw ekologicznych prowadziłem w latach 2003-2005 w ramach realizowanego w dwóch fazach projektu [II.I.10] finansowanego z Programu UE Phare CBC [III.A.7], komplementarnego do

Dr Jarosław Stalenga

międzynarodowego projektu pt. „Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society (akronim: BERAS)”, realizowanego w ramach Inicjatywy Wspólnotowej UE INTERREG III B. Celem tego projektu była weryfikacja hipotezy, iż gospodarstwa ekologiczne wdrażające założenia koncepcji ERA (*ecological recycling agriculture*) są bardziej efektywne ekonomicznie i energetycznie oraz emitują mniej związków biogenych i gazów cieplarnianych niż gospodarstwa konwencjonalne. Koncepcja ERA opiera się na założeniach rolnictwa ekologicznego, uwzględnia jednak dodatkowe wymagania, takie jak: udział roślin bobowatych w zmianowaniu na poziomie minimum 30%, obsada zwierząt gospodarskich od 0,5 do 1 DJP/ha oraz co najmniej 80-procentowa samowystarczalność paszowa i nawozowa.

Badania w projekcie prowadzono w celowo dobranej grupie gospodarstw ekologicznych położonych głównie w północno-wschodniej części województwa kujawsko-pomorskiego i powiązanych z lokalnymi przetwórcami, dystrybutorami oraz konsumentami żywności ekologicznej. Zakres przeprowadzonych badań i analiz obejmował przede wszystkim: charakterystykę organizacyjno-produkcyjną gospodarstw, ocenę efektywności ekonomicznej i energetycznej produkcji rolniczej, bilans składników nawozowych oraz poziom emisji gazów cieplarnianych. Dodatkowo prowadzono badania oceniające postawy konsumentów wobec żywności ekologicznej oraz funkcjonowanie lokalnych i ekologicznych łańcuchów wartości.

Rezultaty przeprowadzonych badań wykazały że, w gospodarstwach ekologicznych następowała systematyczna korekta struktury zasiewów, polegająca na zdecydowanym **zmniejszeniu udziału zbóż w zasiewach, a wprowadzeniu w ich miejsce strączkowych uprawianych na nasiona, roślin pastewnych oraz warzyw**. Ponadto **poziom uzyskiwanych plonów podstawowych gatunków roślin nie odbiegał od przeciętnych dla województwa kujawsko-pomorskiego**, pomimo wyeliminowania konwencjonalnych plonotwórczych środków produkcji (syntetycznych nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin). Na wartość sprzedaży w gospodarstwach ekologicznych znaczący wpływ miały **wyższe (o 10-40%) ceny zbytu produktów ekologicznych**, a szczególnie **duże premie cenowe** uzyskiwano przy sprzedaży **ziarna zbóż oraz owoców i warzyw**, natomiast **nakłady na zakup środków produkcji były wyraźnie mniejsze niż w gospodarstwach konwencjonalnych** i w związku z tym odnotowano niewielkie różnice w dochodach rolniczych porównywanych grup gospodarstw. W badaniach wykazano, iż **czynnikiem decydującym o sytuacji ekonomicznej gospodarstw ekologicznych były dopłaty bezpośrednie oraz dotacje powierzchniowe do ekologicznego gospodarowania**, które pokrywały nakłady materiałowo-pieniężne ponoszone na produkcję w 70%, a ich udział w produkcji końcowej brutto dochodził do 25%. W badanych gospodarstwach ekologicznych stwierdzono **niską efektywność energetyczną produkcji**, gdyż średnia wartość tego wskaźnika wynosiła 1,8, z wahaniami od 0,7 w gospodarstwie specjalizującym się w produkcji prosiąt do 3,7 w gospodarstwie o dominacji produkcji roślinnej. Jednym z ważniejszych wniosków z badań, było stwierdzenie, iż **umiarkowana specjalizacja zwiększała efektywność gospodarowania**. Wykazano, że **gospodarstwa mieszane uzyskiwały zdecydowanie niższą produkcję końcową brutto, nadwyżkę bezpośrednią i dochód osobisty** w porównaniu do gospodarstw o zdecydowanej przewadze towarowej produkcji roślinnej lub zwierzęcej [II.D.28; II.E.5].

Dr Jarosław Stalenga

W trakcie prowadzonych badań określono wielkość nadwyżek składników nawozowych dla kilkudziesięciu celowo dobranych gospodarstw ekologicznych wdrażających założenia ERA, co pozwoliło wnioskować o potencjalnej skali redukcji strat składników z obszarów użytkowanych rolniczo w zlewisku Morza Bałtyckiego. W oparciu o uzyskane wyniki opracowano różne scenariusze emisji biogenów z obszarów rolniczych. W scenariuszu w którym założono przestawienie całego rolnictwa w zlewisku Morza Bałtyckiego na system oparty na koncepcji ERA uzyskano zmniejszenie nadwyżki azotu o ok. 50%, natomiast nadwyżkę P ograniczono praktycznie do zera [II.D.12].

W latach 2010-2013 kontynuowałem badania w tym zakresie w ramach projektu pt. „Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society Implementation”, akronim: BERAS Implementation [III.F.2], finansowanego z Baltic Sea Region Programme 2007-2013 [III.A.6]. W projekcie tym byłem kierownikiem i głównym wykonawcą ze strony IUNG-PIB. Celem projektu BERAS Implementation była ocena możliwości wdrożenia w krajach leżących w zlewisku Morza Bałtyckiego systemów rolniczych opartych na koncepcji ERA. Ważnym efektem tego projektu było przygotowanie kilku opracowań w jęz. angielskim dotyczących strategii i planów konwersji gospodarstw na system ERA, a także rekomendacji dotyczących zrównoważonego rozwoju rolnictwa, zwłaszcza w zakresie powiązania produkcji roślinnej z produkcją zwierzęcą [II.D.40-II.D.43].

Ponadto w latach 2005-2010 kierowałem Zadaniem 2.3 pt. „**Doskonalenie zasad organizacji gospodarstw oraz agrotechniki w rolnictwie ekologicznym**” realizowanym w ramach Programu Wieloletniego IUNG-PIB [II.I.46]. Badania naukowe w ramach tego Zadania obejmowały m.in. ocenę problemów organizacji wybranych gospodarstw ekologicznych w woj. kujawsko-pomorskim oraz gospodarstwa ekologicznego w trakcie przestawiania na przykładzie RZD w Grabowie. Uzyskane wyniki potwierdziły wcześniej wykazane wnioski, że **na sytuację ekonomiczną gospodarstw ekologicznych znaczący wpływ miały dopłaty bezpośrednie oraz dopłaty powierzchniowe do ekologicznego gospodarowania. Ponadto odnotowano wzrastającą rolę dochodów pozarolniczych w kształtowaniu trwałej „żywności” ekonomicznej gospodarstw.** Kluczowe zidentyfikowane problemy to **rosnąca liczba gospodarstw bezinwentarzowych** wynikająca z postępującej specjalizacji produkcji rolnej, a także **słaby stan infrastruktury technicznej budynków i innych obiektów gospodarskich** (płyt obornikowych, zbiorników na gnojówkę, itd.) w części gospodarstw ekologicznych z produkcją zwierzęcą oraz w gospodarstwach wielokierunkowych [II.D.36].

Uzyskane w ramach realizacji w/w projektów, Zadania 2.3 oraz innych aktywności w tym obszarze wyniki badań stały się podstawą do opracowania jednej publikacji naukowej z kategorii A [II.A.1] oraz dwóch publikacji z kategorii B [II.D.10; II.D.12]. Byłem również współautorem trzech rozdziałów w monografii w języku polskim [II.D.28; II.D.33; II.D.36], czterech rozdziałów w monografii w języku angielskim [II.D.40-II.D.43], trzech publikacji w wydawnictwach konferencyjnych w j. polskim [II.D.52; II.D.57; II.D.59], pięciu w j. angielskim [II.D.67; II.D.69; II.D.70; II.D.72; II.D.73], dwóch publikacji popularno-naukowych [III.I.9; III.I.10] oraz jednej opinii eksperckiej [III.M.3]. Zaprezentowałem także dwa postery na

Dr Jarosław Stalenga

konferencjach międzynarodowych [III.B.3; III.B.12] i dwa na krajowych [III.B.9; III.B.20] oraz wygłosiłem osiem referatów na konferencjach naukowych [II.K.3; II.K.5-II.I.7; II.K.10; II.K.12 II.K.16; II.K.25] i sześć na seminariach i warsztatach [II.K.33; II.K.37; II.K.46; II.K.51; II.K.57; II.K.59]. Najważniejsze wyniki badań szczegółowo omówiłem w pięciu raportach [II.E.5; II.E.14; II.E.15; II.E.22; II.E.39].

Jako uczestnik zespołu realizującego powyższe zagadnienie **otrzymałem w 2018 r. Nagrodę i Dyplom uznania Dyrektora Generalnego Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa za działalność naukową w zakresie ekologicznego systemu produkcji i jego oddziaływania na środowisko przyrodnicze oraz aktywne wspieranie rozwoju krajowego rolnictwa ekologicznego [II.J.4].**

4. Ocena uwarunkowań rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce i na świecie

Moje badania w tym obszarze koncentrowały się głównie na ocenie czynników stymulujących oraz identyfikacji barier rozwoju rolnictwa ekologicznego. W efekcie prowadzonych analiz i ocen stwierdzono, że w Polsce istnieją duże potencjalne możliwości rozwoju rolnictwa ekologicznego. **Główne czynniki sprzyjające rozwojowi tego systemu rolniczego to: znacząca liczba gospodarstw rodzinnych o dużych zasobach siły roboczej, niski poziom chemizacji rolnictwa w wielu regionach, a także małe zanieczyszczenie środowiska i gleb.** Wykorzystując, opracowany w IUNG-PIB, syntetyczny wskaźnik przydatności przestrzeni rolniczej gmin do produkcji ekologicznej wyróżniono dwa regiony charakteryzujące się ogólnie najlepszymi warunkami środowiskowymi do wdrażania tego systemu tj.: północny z województwami warmińsko-mazurskim, pomorskim i kujawsko-pomorskim oraz południowo-wschodni z województwami lubelskim i podkarpackim. Rzeczywisty rozkład gospodarstw ekologicznych odbiega jednak od dokonanej waloryzacji i w praktyce przede wszystkim zależy od czynników ekonomiczno-organizacyjnych.

Dynamiczny rozwój rolnictwa ekologicznego w Polsce, stymulowany głównie atrakcyjnymi stawkami dopłat do powierzchni użytkowanej ekologicznie, trwał do 2013 r. W tym właśnie roku powierzchnia ekologicznych użytków rolnych wyniosła ok. 670 tys ha, co stanowiło ok. 4,5% powierzchni wszystkich użytków rolnych. W latach 2014-2018 obserwowano jednak spadek liczby producentów, jak również zmniejszenie się powierzchni użytkowanej ekologicznie, w sumie o ok. 175 tys ha. Mimo tego spadku odnotowano w tym okresie **wyraźny wzrost wartości rynku żywności ekologicznej, a także liczby przetwórci oraz importerów surowców i produktów ekologicznych. W ostatnich latach obserwuje się również postępującą specjalizację w produkcji dużych gospodarstw ekologicznych.** Wciąż jednak brak jest mechanizmów zachęcających małych i średnich producentów rolnych do towarowej produkcji ekologicznych surowców żywnościowych.

Analiza rozwoju rolnictwa ekologicznym w Polsce, ale również w innych krajach Europy wskazuje na **duży udział w użytkowaniu łąk i pastwisk, a w przypadku gruntów ornych na dominację gleb słabych i bardzo słabych. Duże różnice w produktywności roślin między rolnictwem ekologicznym a konwencjonalnym na gruntach lepszych powodują, że**

Dr Jarosław Stalenga

atrakcyjność systemu ekologicznego w stosunku do intensywnego nie jest już tam taka duża, co powoduje, iż liczba gospodarstw ekologicznych na takich obszarach jest niewielka.

Analizując perspektywy rozwoju rolnictwa ekologicznego na świecie warto odnotować wysuwaną w ostatnich latach **hipotezę konwencjonalizacji tego systemu rolniczego, tzn. upodabniania się rolnictwa ekologicznego do konwencjonalnego**. Twórcy tej hipotezy podkreślają, że mechanizmy rynkowe są uniwersalne i działają jednakowo na każde gospodarstwo, niezależnie w jakim systemie jest prowadzone. Częściowym potwierdzeniem tej hipotezy jest obserwowana w rolnictwie ekologicznym postępująca koncentracja ziemi (powiększanie areалу gospodarstw), mechanizacja oraz specjalizacja produkcji rolniczej. Niektórzy autorzy podkreślają jednak, że konwencjonalizacja słuszna w kontekście zmian organizacyjno-strukturalnych rolnictwa ekologicznego, w mniejszym jednak zakresie dotyczy samych rolników ekologicznych i ich motywacji.

Uzyskane w ramach aktywności w tym obszarze wyniki badań stały się podstawą do opracowania jednej publikacji naukowej z kategorii A [II.A.4] oraz trzech publikacji z kategorii B [II.D.5; II.D.9; II.D.14]. Byłem również współautorem dwóch rozdziałów w monografii w języku polskim [II.D.31; II.D.35;], dwóch publikacji w wydawnictwach konferencyjnych w j. polskim [II.D.54; II.D.58], jednej publikacji popularno-naukowej [III.I.8], jednej opinii eksperckiej [III.M.4], a także ekspertyzy na zlecenie MRiRW [III.M.1]. Zaprezentowałem także jeden poster na konferencji krajowej [III.B.15], a ponadto wygłosiłem pięć referatów na konferencjach naukowych [II.K.1; II.K.2; II.K.4; II.K.9; II.K.13] oraz siedem na seminariach i warsztatach [II.K.29; II.K.35; II.K.42; II.K.48; II.K.52; II.K.56; II.K.63].

Omówienie osiągnięć dydaktycznych, popularyzatorskich, współpracy międzynarodowej oraz innych wskaźników dokonań naukowych

Moje osiągnięcia dydaktyczne i popularyzatorskie obejmują **10 publikacji w czasopismach popularno-naukowych [III.I.1-III.I.10]**, materiały szkoleniowe, a także **270 godzin wykładów** szkoleniowych dla rolników i doradców rolniczych, a także w ramach Dni Otwartych Drzwi w IUNG-PIB i Festiwalów Nauki [III.I.12-III.I.39]. Moje osiągnięcia obejmują również opracowanie jednej ekspertyzy na zamówienie MRiRW [III.M.1] oraz dziewięciu opinii eksperckich [III.M.2-III.M.10]. Wykonałem także sześć recenzji publikacji naukowych [III.P.1-III.P.6] oraz jedną recenzję raportu z projektu krajowego [III.O.7].

W trakcie swojej aktywności naukowej wygłosiłem **25 referatów [II.K.1-II.K.25]** oraz zaprezentowałem **25 posterów [III.B.1-III.B.25]** na krajowych oraz zagranicznych konferencjach naukowych. Uczestniczyłem w **organizacji sześciu międzynarodowych konferencji naukowych [III.C.1-III.C.5; III.C.8]**, a także brałem udział w pracach komitetów naukowych czterech konferencji krajowych [III.C.6; III.C.7; III.C.9; III.C.10] i jednej międzynarodowej [III.C.8].

Ponadto w latach 2002-2011 uczestniczyłem w pracach **Komitetu Redakcyjnego Pamiętnika Puławskiego [III.G.1]**.

Dodatkowo od roku 2012 do 2016 sprawowałem opiekę nad dwoma doktorantami w charakterze **promotora pomocniczego [III.K.1; III.K.2]**.

Dr Jarosław Stalenga

Za prowadzoną działalność naukową otrzymałem **cztery nagrody oraz jedno wyróżnienie [II.J.1-II.J.4; III.D.1].**

W trakcie swojej aktywności naukowej odbyłem w sumie cztery staże naukowe [III.L.1-III.L.4] oraz uczestniczyłem w trzech zagranicznych wyjazdach studyjnych [III.L.5-III.L.7].

Moja działalność w zakresie **współpracy międzynarodowej** obejmowała udział w **trzech europejskich programach badawczych (7. PR UE, Program Horyzont 2020, ERA-NET)**, w programie BSR 2007-2013 oraz w **dwóch programach bilateralnych (polsko-norweskim i szwajcarsko-polskim) [III.A.1-III.A.6]**. W ich ramach uczestniczyłem lub uczestniczę **w siedmiu projektach, we wszystkich jako kierownik projektu** lub jego wyodrębnionej części [II.I.2; II.I.3; II.I.5-II.I.7; III.F.1, III.F.2].

W ramach współpracy międzynarodowej w latach 2003-2019 aktywnie uczestniczyłem w **opracowaniu 29 projektów międzynarodowych [III.Q.1-III.Q.29]** lub ich części, w tych **11 projektów w ramach Programu Horyzont 2020 [III.Q.12; III.Q.14; III.Q.15; III.Q.18; III.Q.19; III.Q.21; III.Q.22; III.Q.25; III.Q.27-III.Q.29]**.

Od 2004 r. uczestniczyłem lub uczestniczę w pracach czterech zespołów eksperckich [III.N.1; III.N.2; III.N.4; III.N.5], a także dwóch konkursowych [III.N.3; III.N.6] powołanych przez Komisję Europejską. **Prace w tych dwóch ostatnich zespołach pozwoliły mi na wykonanie 10 recenzji projektów międzynarodowych składanych na konkursy w ramach 7. PR UE oraz Programu UE Horyzont 2020 [III.O.1-III.O.6; III.O.8-III.O.11].**

Podsumowanie dorobku naukowego (łącznie z publikacjami w osiągnięciu naukowym)

Mój dorobek naukowo-badawczy, łącznie z publikacjami uwzględnionymi w osiągnięciu naukowym, obejmuje **149 pozycji publikacyjnych**, w tym m.in. **38 oryginalnych publikacji naukowych**, w tym **7 prac zostało wydanych w czasopismach z IF**.

Opublikowałem również **4 monografie w języku polskim, 7 rozdziałów w monografii w języku angielskim, 13 rozdziałów w monografii w języku polskim**, a także 14 komunikatów z konferencji międzynarodowych oraz 15 komunikatów z konferencji krajowych. Mój dorobek obejmuje również **redakcję pięciu wieloautorskich monografii**.

Sumaryczny Impact Factor dla wszystkich prac: 17,433

Liczba punktów wg list MNiSW dla wszystkich prac: 564

Ogólna liczba cytowań:

- wg bazy Web of Science: **100**
- wg bazy Scopus: **109**

Indeks Hirscha:

- wg bazy Web of Science: **3**
- wg bazy Scopus: **4**

26.04.2019
Jarosław Stalenga